

# KÜÇÜK KAPASİTELİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN HİDROLOJİK PLANLAMASI

ibrahim GÜRER (\*)  
Koray TÖRK (\*)

## ÖZET

Dünya hidroelektrik enerji üretiminde % 5-10 arasında paya sahip olan küçük hidroelektrik santraller Türkiye açısından da enterkonnekte sisteme uzak olan yöreler için oldukça önemlidir, özellikle ortalama yağışın 1291 mm olduğu Doğu Karadeniz bölgesi diğer bölgelere göre daha düzenli akım rejimi ve coğrafik özellikleri nedeniyle küçük HES'lere oldukça uygun görülmektedir. Tüm elektrik enerjisi ihtiyacının enterkonnekte sistemden karşılanması büyük iletim kayıplarına yol açmakta, dolayısıyla yerel enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır. Küçük drenaj alanına sahip olan havzalar, yapılacak detaylı hidrolojik, ve jeolojik ön etüdler ile küçük yerleşim birimlerinin enerji ihtiyacına cevap verecek şekilde projelendirilebilir. Bu amaçla Gelevera deresi (Giresun) ve Fol deresi (Trabzon-Tonya) da birer örnek çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Gelevera deresinde 500 KW ve Fol deresinde 1200 KW kurulu güce sahip olabilecek küçük HES'lerin kurulabileceği görülmüştür.

## ABSTRACT

Small hydroelectric plants which have 5-10 % of the world hydroelectric energy production are also important for the places which faraway from interconnected system in Turkey. Especially, with the geographical properties, more homogenous surface flow and with the annual 1291 mm precipitation Eastern Black Sea region is more proper for the small hydroelectric power plants. To supply all the energy loss on the way, therefore the local energy sources will be more important. Small drainage basins having the detailed hydrological and geological investigation can be used to answer the energy demand of small towns in remote areas.

For this purpose, the energy possibilities of Gelevera river (Giresun) and Fol river (Trabzon-Tonya) have been investigated. It was found that small hydropower plants of 500 KW installed capacity on Gelevera river and 1200 KW installed capacity on Fol river can be realised.

## 1. GİRİŞ

Bugün dünyada tüm hidroelektrik kaynaklarından yararlanmada küçük hidroelektrik santrallerin (HES) toplam enerji üretimindeki payı % 5-10 arasında değişmektedir. Çin, bu tür santrallerin geliştirilmesine önem veren ülkelerin başında gelmektedir. 1986 yılına kadar Çin'de toplam kurulu gücü 10520 MW olan 80.000 adet küçük HES inşa edilmiştir. (Guanggūan, D., 1988). Öte yandan Fransa'da 2200 civarında küçük HES olup, toplam üretim kapasitesi 1800 MW'tir. Bu, Fransa'nın toplam üretiminin yaklaşık % 4'dür. Ortalama yıllık yağışın  $508.3 \times 10^6 \text{ m}^3$  (652,5 mm) olduğu Türkiye'de bu yağışın  $186,5 \times 10^9 \text{ W}^3$ 'ü yüzey akışına geçmektedir. Yüzeysel akışının  $100 \times 10^9 \text{ m}^3$ 'den  $110 \times 10^9 \text{ KWh}$  enerji üretilebilir. Halen bu miktarın % 12,5'lük kısmından ( $14 \times 10^9 \text{ Kwh}$ ) enerji üretilebilmektedir (Erke, 1985). Daha önceki çalışmalar sonucunda (Türksoy, özgün, 1985) Türkiye genelinde yağış alanı  $1000 \text{ km}^2$ 'yi geçmeyen küçük akarsu havzalarındaki teknik yönden üretilebilecek enerjinin toplam üretilebilecek enerji miktarının %5'i kadar olduğu saptanmıştır. Topografik olarak dağların denize paralel uzandığı ve yıllık ortalama yağışın 1291 mm olduğu Doğu Karadeniz bölgesi diğer bölgelere oranla daha düzenli akım rejimi ve coğrafik özellikleri nedeniyle küçük HES'lere oldukça uygun görülmektedir. Bu bölgede genelde homojen bir dağılım gösteren akım miktarlarında, karların erimeye başladığı ilkbahar mevsiminde artmalar görülmektedir. Yapılan incelemelerde ortalama ve maksimum akım değerleri arasındaki farkın Ordu-Giresun arasındaki ırmaklarda, Trabzon-Artvin arasındaki ırmaklara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Gürer, 1979)

## 2. KIRSAL KESİM ELEKTRİFİKASYONU

Türkiye'de kırsal kesim elektrifikasyonuna 1964 yılında başlanmış olup, köylerin yaklaşık % 94'ü enterkonnekte sisteme bağlanmıştır (TEK, 1986). Ancak üretilen enerjinin uzak noktalara enterkonnekte sistem ile götürülmesi iletim hatları boyunca büyük enerji kayıplarına yol açmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda bu kayıpların toplamının 623 MW gücündeki santralin üretimine eşdeğer olduğu bulunmuştur. (Türksoy, özgün, 1985).

(\*) HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ BEYTEPE - ANKARA

Tablo1. Türkiye'deki mikro, mini ve küçük tip HES'lerin Uluslararası Sınai Kalkınma Teşkilatı (UNIDO) ve Türk Milli Komitesi'nin yapmış olduğu sınıflama ile kuruluşlara göre dağılımı

Yapan Kuruluş	MikroHES (Adet)	Mini HES 100 Kw (Adet)	Küçük HES 101-1000 Kw (Adet)	Toplam 100M0000 (Adet)
İLLER BANKASI	42	59	11	112
DSİ	—	5	3	8
4ETİBANK	—	—	2	2
SOMERBANK	—	—	2	2
MKEK	—	—	—	1
YSE	14	4	—	18
BELEDİYELER	2	2	2	6
TUCCAR-SANAYICI	1	—	1	2
BELIRLENEMEYEN	13	19	2	23
TOPLA	73	89	23	185

Türkiye'de kurulmuş bulunan mikro, mini ve küçük HES'lerin sayıları ve hangi kuruluşlarca yapıldıkları Tablo 1,'de belirtilmiştir. Türkiye geneline kurulmuş olan 73 adet mikro HES'den 66 adedi, 89 adet mini HES'den yaklaşık 44 adedi. 23 adet küçük HES'in ise tamamı değişik problemleri olmasına karşın çalışmaktadır (Başesme, 1985). Bu problemlerin en önemli kaynağı jeolojik ve hidrolojik verilerin yetersizliğidir. Bundan dolayı düşük kapasitede çalışma, sediment birikmesi ve toprak kayması gibi olaylarla sık sık karşılaşmaktadır.

### 3. YEREL HİDROELEKTRİK SANAYİİ

Türkiye'de yerli elektromekanik endüstrinin kuruluş çalışmalarına 1970'li yıllarda girişilmiş olup, başlangıçta küçük boyutlu sistemlerin kurulması ve ileriye dönük daha büyük sistemlerin imalatı planlanmıştır. Halen küçük HES'lerin tümü orta ve büyük HES'lerin mekanik yedeklerinin % 100'e yakın kısmı ve elektrik yedek malzemelerinin %80'i yerel olanaklarla üretilmektedir. (Özgüç, 1985).

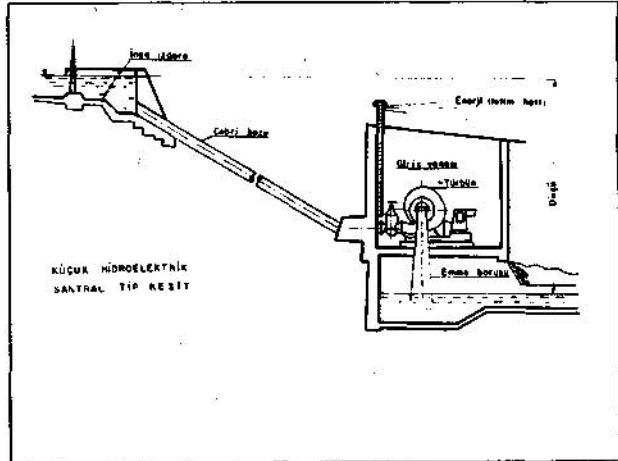
### 4. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRAL KURULMASI DÜŞÜNÜLEN HAVZALARDAKİ HİDROLOJİK ÇALIŞMALAR

HES yapımı düşünülen havzalarda genellikle yeterli uzunlukta akım verisi bulunmamaktadır. Her ne kadar 10 yıl süreli akım verisi hidrolojik tahmin için yeterli ise de pek çok küçük havzada bu veri bulunmadığından, aynı hidroklimatolojik özellikteki komşu havzalardan transpozisyon, hidrolojik yöntemleri ile yıllık akım, ortalama günlük akımlara ait süreklilik eğrisi, pik debi ve taşkın hidrografi değerleri elde edilebilir. Bu akım süreklilik eğrilerinden  $z^{\wedge}a$  nın %99, %50 ve %1'ine karşılık gelen debi değerleri saptanır. Küçük HES'lerin projelendirilmesi sırasında kurulacak tesisin ne büyüklükte bir taşkınla ve hangi boyutta bir sediment sorunuyla karşı karşıya geleceğinin bilinmesi projenin ekonomik ömrü ve işletilmesi açısından çok önemli olduğundan akarsuyun değişik yi-

nelemeli taşkın hidrograflarının belirlenmesi ve sediment miktarlarının ölçülmesi gereklidir.

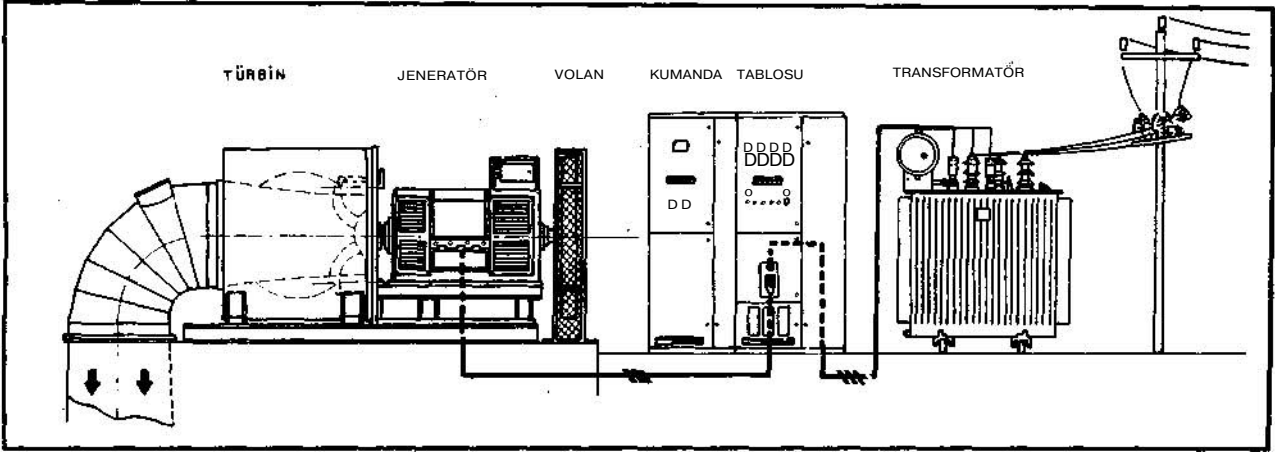
### 5. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN ÜNİTELERİ

Küçük HES'lerin belli başlı üniteleri akım dengesini oluşturmak, taşkın debisini santrale zarar vermeden kontrol edebilmek, sediment ve yatak malzemesini tutma ve sonra temizleme amacıyla kabartma, düzenleme ve depolama yapıları, su alma yapısı, galeri, tünel veya iletim kanalı, yükleme havuzu veya denge bacası, cebri boru, santral binası, santral çıkış suyu tesisleri ile su boşaltma tesisleridir (Şekil 1).



Şekil 1. Küçük HES Tesisi Boy Kesiti

Şekil 1'deki bu yapıların yanısıra, santral binası içine yerleştirilecek belli başlı elektromekanik aşam da hidrolik türbin, jeneratör, transformatör, salt sahası tesisleri, hız ve gerilim regülasyon tesisleri, kumanda, kontrol ve koruma tesisleri, yardımcı teçhizat ve diğer teçhizatları kapsar (Şekil 2).

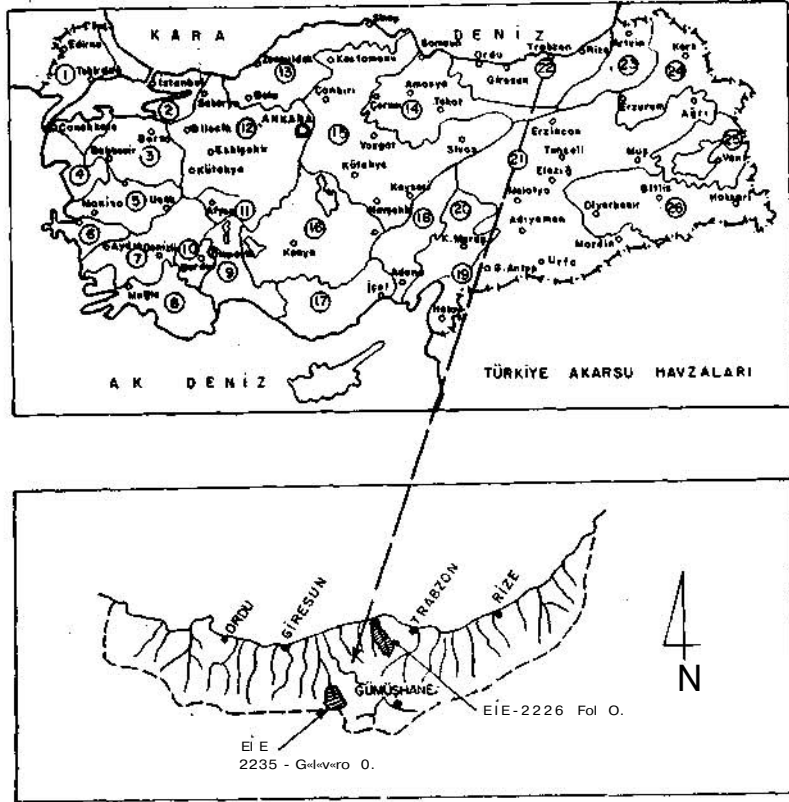


Şekil 2. Küçük HES Elektromekanik Aksamı

## 6. ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Doğu karadeniz bölgesindeki küçük drenaj alanına sahip olan akasuların taranması ile Gelevera Deresi (Giresun) ve Fol Deresi (Trabzon-Tonya) küçük HES kurulması amacıyla yapılacak hidrolojik planlama aşaması için uygun yerler olarak saptanmıştır (Şekil 3).

Havza fiziksel parametreleri bakımından her iki dere birbirlerine benzerlik göstermektedir. Gelevera ve Fol derelerine ait havza karakteristikleri Tablo 2'de verifmiştir. Havzaların biçimlerini belirleyen Gravelius katsayısından Fol deresinin Gelevera deresine oranla dairesellikten daha uzak olduğu, Schumm katsayısına göre Fol deresinin daha engebeli olduğu, Biçim katsayısından da Fol deresinin Gelevera deresine oranla daha uzun ve dar olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Hidrolojik Planlama İçin Seçilen Örnek Çalışma Bölgelerinin Konumu

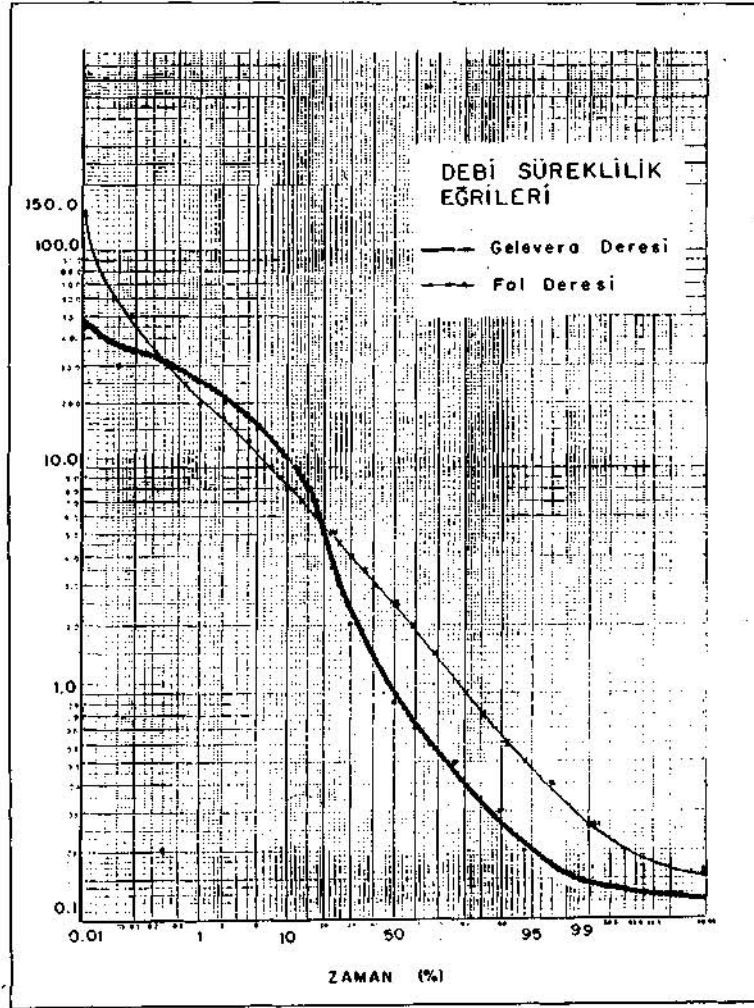
Tablo 2. Gelevera ve Fol Havzalarının Fiziksel Parametreleri

	Gelevera D.	Fol D.
Havza Alanı (km <sup>2</sup> )	136.00	194.00
Havza Açıklığı (km)	14.25	34.00
Havza Uzunluğu (km)	12.75	5.713
Havzanın En Üst Kotu (m)	2700.00	1715.00
Havzanın En Düşük Kotu (m)	1600.00	16.00
Ana Su Yolu Uzunluğu (km)	21.50	38.00
Havza Yöneyi	Güney-Kuzey	Güney-Kuzey
Havza Ortalama Eğimi	%5.10	%6.60
Gravelius Katsayısı	1.35	1.41
Schumm Katsayısı	0.61	0.41
Bicim Katsayısı	3.39	7.44

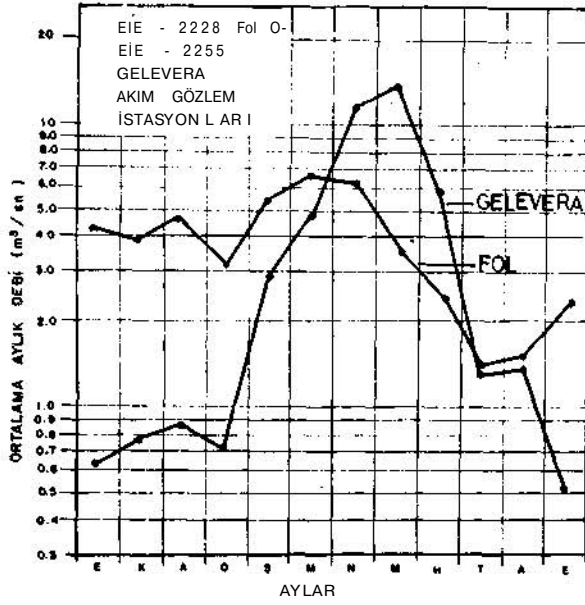
Gelevera deresi için 1969-1976 ve Fol deresi için 1962-1980 yılları arası akım değerlerinden yararlanarak akım süreklilik eğrileri ve ortalama aylık akım grafikleri hazırlanmıştır (Şekil 4 ve Şekil 5). Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. araştırma Havzalarındaki Hidrolojik Parametreler

Parametreler	Gelevera p	Fol D.
Q(min) (m <sup>3</sup> /sn)	0.500	1.500
Q(ort) (m <sup>3</sup> /sn)	3.410	3.670
Q(mak) (m <sup>3</sup> /sn)	13.500	6.500
Qt-%99 (m <sup>3</sup> /sn)	0.140	0.150
Qt-%50 (m <sup>3</sup> /sn)	0.900	2.500
Qt-%1 (m <sup>3</sup> /sn)	25.000	20.000



Şekil. 4 Gelevera ve Fol Dereleri Akım Süreklilik Eğrileri



Şekil. 5 Gelevera ve Fol Dereleri Ortalama Aylık Akım Değerleri

Fol deresinde yıllık taşınan katı madde miktarı toplamı 35737 ton/yıldır (Barlas, 1988). Bölgede gözlenen yüksek orandaki yağışlardan ve arazinin çok eğimli olmasından dolayı taşınan madde miktarının % 84'ünü kaba daneli materyaller oluşturmaktadır. Tablo 2 ve 3'de verilen parametreler bu akarsuların enerji potansiyelini ve kurulabilecek herhangi bir küçük HES'in gücünü kabaca tahmin edebilmek amacıyla kullanılabilirler. Bu bilgilerden yararlanarak havzaların hidrolik potansiyelini

$$N = 8 * (H_m - H_o) * Q_o$$

eşitliğinden hesaplamak mümkündür. Burada;

$H_m$  = ortalama yükseklik (m)

$H_o$  = taban kotu yüksekliği (m)

$Q_o$  = ortalama akım ( $m^3/sn$ )

Türbinlerin güçleri ise

$$P = 9.8 * n * H_n * Q$$

eşitliği ile hesaplanabilmektedir. Burada;

$n$  = verim (küçük HES'lerde ortalama %75 kabul edilir)

$H_n$  = net düşü (m)

$Q$  = akım ( $m^3/sn$ )

Bu eşitlikler kullanılarak hesaplanan akarsulara ait enerji parametreleri Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Gelevera ve Fol Havzaları Enerji Parametreleri

Parametreler	Gelevera D.	Fol D.
Nehir Hidrolik Potansiyeli (Kw)	2000.0	4335.0
Güvenilir Güç (Kw) ( $Q_t = \%99$ )	20.6	90.0
Ortalama Güç (Kw)	500.0	200.0
$Q_t = \%50$ 'deki Güç (Kw)	135.0	790.0
Kurulu Güç (Kw) ( $Q_{ort}$ )	500.0	1650.0

Fol deresinde santralin kurulması düşünülen yer akım gözlem istasyonundan daha yüksek kottadır. Normalde 194  $km^2$  drenaj alanına sahip olan Fol deresinin santral kurulması önerilen yerdeki drenaj alanı ise 162  $km^2$  olup,

bu durum kurulu güç hesabında göz önüne alınmıştır. Ortalama debi Gelevera deresinde akım süreklilik eğrisinin %30'na Fol deresinde ise %40'na karşılık gelmektedir. Doğal olarak santraller bu akım değerlerine göre projelendirildiklerinde, yılın az yağış alan dönemlerinde hizmet dışı kalacaklardır. Bunu önlemek için, yağışlı dönemlerde gelen fazla suyu toplayabilecek bir depolama tesisi yapılabilir. Yada değişik akım değerlerinde devreye girebilecek kademeli üniteler projelendirilebilir.

## 7. SONUÇ

Bu çalışmada, küçük HES kurulması için uygun havzaların belirlenmesi amacıyla akımın yıl içinde büyük saptamalar göstermediği Doğu Karadeniz bölgesi seçilmiş, Gelevera ve Fol dereleri çalışmaya uygun alanlar olarak belirlenmiştir ve gerekli hidrolojik incelemeler yapılmıştır. Gelevera deresinin 1967-1976 yıllarına ait akım verilerinden yararlanarak elde edilen sonuçlardan havzanın hidrolik potansiyeli 2000 KW olarak bulunmuştur. Ayrıca akım süreklilik eğrisinden zamanın %99'da 0.14  $m^3/sn$ , %50'de 0.90  $m^3/sn$  ve %1'de 25  $m^3/sn$ 'lik akımlar belirlenmiştir. Hidrolik potansiyeli 4335 KW olarak belirlenen Fol deresinde de zamanın %99'da 0.150  $m^3/sn$ , %50'de 2.5  $m^3/sn$  ve %1'de gelebilecek akım değeri 20  $m^3$  belirlenmiştir.

Ön araştırmalar ile Gelevera deresinde kurulu gücü 500 KW, Fol deresinde ise 1200 KW olan santral tesislerinin kurulabileceği saptanmıştır. İncelemeler sonucunda özellikle yapılacak detaylı hidrolojik ve jeolojik çalışmalar ile Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan küçük derelerin enerji üretebilmek amacıyla kullanılabilmesi belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Barlas, S., 1988, Fol deresinde katı madde taşımını, EİE, 24 s.
- Başışme, H., 1985, Türkiyede küçük HES uygulamaları ve sorunları ile küçük HES'lerin gelişme imkanları, EİE, Hidroelektrik Ener. Semp. Teb., s:180-193
- Guangquan, D., (Çeviri) Çultu, L., 1988, Küçük HES'ler için kullanılan hidrolojik analizler, DSİ Büt. no:325, s:24
- Erke, H., 1985, Türkiye'nin hidroelektrik kaynaklarının şimdiki durumu, tasarımı ve öngörüler.
- Gürer, I., 1979, Feasibility of small capacity hydro-power system in Turkey, a case study, İzmir International Symposium 2. on Solar Energy Fundamentals and Applications, Reprint 20 p. İzmir, Turkey
- Özgüç, M., 1985, Küçük HES'lerin elektromekanik teçhizatı, EİE, Hidroelektrik Ener. Semp. Teb., s: 194-203
- TEK, 1986, Yıllık faaliyet raporu
- Türksoy, M., Özgün, A.G., 1985, Türkiye'de küçük akarsularda hidroelektrik enerji üretim imkanları, EİE, Hidroelektrik Ener. Semp. Teb., s:129-157